

оперативности информационного обеспечения о протекании технологических процессов и состоянии оборудования на АСКУЭ ведущих специалистов ОАО «Томскгазпром». Структурная схема системы приведена на рис. 3.



Рис.3. Структурная схема АСКУЭ

Система автоматизации обеспечивает достижение следующих целей:

- Выполнить требования федеральных законов и программы энергосбережения ПАО «Газпром»;
- Сократить людские и транспортные расходы по обслуживанию подстанции;
- Повысить безопасность объектов энергоснабжения путем быстрого реагирования на аварийные ситуации;
- Вести контроль поставок электроэнергии от снабжающей организации и дает возможность перехода в дальнейшем на многотарифный учет.

Система автоматизации предназначена для:

- комплексного учета распределения электроэнергии по отдельным ячейкам;
- выявления непроизводительных потерь, утечек, сведение балансов мощностей, информационное обеспечение производства;
- контроля состояния основного и резервного оборудования, защит, выключателей;
- регистрации последовательности срабатывания защит, перекоса и обрыва фаз, перетоков;
- учет электроэнергии на границах балансовой принадлежности;
- формирование сводных отчетных документов в соответствии с действующими нормативами ПАО «Газпром».

Литература

1. Рожкова Л. Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций: учебник для техникумов. — 4-е изд., стер. — Екатеринбург: АТП, 2015. — 648 с.: ил.
2. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: учебное пособие/ Б. Н. Неклепаев, И. П. Крючков: учебное пособие / — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2013. — 607 с.: ил.

СТАБИЛИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ В НЕИЗОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ В.С. Коршунов

Научный руководитель – доцент А.В. Рудаченко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Проведение гидравлических испытаний (далее – испытания) как вновь построенных, так и уже находящихся в эксплуатации магистральных нефтепроводов является неотъемлемой составляющей работ по обеспечению их надежности и безопасности. При проведении испытаний обычно используют воду, при этом основными контролируемыми параметрами являются: давление в испытуемом участке трубопровода, объем закаченной воды и её температура. Неизотермические условия обуславливают колебания температуры стенки трубопровода и воды, что приводит к изменению объемов трубопровода и закаченной воды и давления в испытуемом участке. Стабилизация испытательного давления позволит решить проблему достоверности и точности испытаний.

Согласно [1] и [5] продолжительность гидравлических испытаний, которые включают в себя испытания на прочность и герметичность, может составлять до 52 часов. В течение столь продолжительного промежутка времени могут произойти существенные колебания параметров испытаний по отношению к начальному моменту времени. Для оценки зависимости изменения давления в испытуемом участке трубопровода от температуры закаченной воды были проанализированы методики, указанные в отечественных и зарубежных руководящих документах и государственных стандартах.

В руководящем документе ОАО «АК «Транснефть» [2] предлагается следующая методика расчета:

$$\Delta P = \frac{\Delta t(\beta_1 - 2\alpha)}{\frac{D_0}{E\delta} + C} \Delta P = \frac{\Delta t(\beta_1 - 2\alpha)}{\frac{D_0}{E\delta} + C} \quad (1)$$

где $\Delta t = t_2 - t_1$ – изменение температуры испытательной жидкости, °С;
 t_1 – температура воды в трубопроводе в начале проведения испытания, °С;
 t_2 – температура воды в трубопроводе в конце проведения испытания, °С;
 β_1 – коэффициент температурного расширения воды, °С⁻¹;
 α – коэффициент расширения стали, °С⁻¹; $\alpha = 1,17 \cdot 10^{-5}$ °С⁻¹;
 D_0 – наружный диаметр трубопровода, мм;
 E – модуль упругости металла, МПа; $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа;
 δ – толщина стенки трубы, мм;
 C – коэффициент объемного сжатия воды, Па⁻¹; $C = 47,5 \cdot 10^{-11}$ Па⁻¹.
 Коэффициент β_1 зависит от температуры и вычисляется по формуле:

$$\beta_t \cdot 10^5 = \frac{-6,4286(t_2 - t_1) + 0,850975(t_2^2 - t_1^2) - 0,0067989(t_2^3 - t_1^3) + 0,00004(t_2^4 - t_1^4)}{t_2 - t_1}$$

$$\beta_t \cdot 10^5 = \frac{-6,4286(t_2 - t_1) + 0,850975(t_2^2 - t_1^2) - 0,0067989(t_2^3 - t_1^3) + 0,00004(t_2^4 - t_1^4)}{t_2 - t_1} \quad (2)$$

Для расчетов примем: $\delta = 20$ мм, $t_1 = 20$ °С, $t_2 = 21$ °С, $D_0 = 1220$ мм, тогда получим:

$$\Delta P = \frac{21,26 \cdot 10^{-5} - 2 \cdot 1,17 \cdot 10^{-5}}{\frac{1220}{2,1 \cdot 10^{11} \cdot 20} + 47,5 \cdot 10^{-11}} = 247\,166 \text{ Па} = 247,2 \text{ кПа}$$

Если принять: $t_1 = 20$ °С, $t_2 = 22$ °С, то:

$$\Delta P = \frac{2 \cdot (21,66 \cdot 10^{-5} - 2 \cdot 1,17 \cdot 10^{-5})}{\frac{1220}{2,1 \cdot 10^{11} \cdot 20} + 47,5 \cdot 10^{-11}} = 504\,784 \text{ Па} = 504,8 \text{ кПа}$$

Для сравнения воспользуемся методикой, предложенной в [3]:

$$\frac{\Delta P}{\Delta T} = \frac{\gamma - 3(1+\nu)\alpha \Delta P}{\frac{D}{E\delta}(1-\nu^2) + \frac{1}{B}} = \frac{\gamma - 3(1+\nu)\alpha}{\frac{D}{E\delta}(1-\nu^2) + \frac{1}{B}} \quad (3)$$

где γ – коэффициент температурного расширения воды, °С⁻¹; $\gamma = 220 \cdot 10^{-6}$ °С⁻¹;
 ν – коэффициент Пуассона; $\nu = 0,3$;
 α – коэффициент расширения стали, °С⁻¹; $\alpha = 1,17 \cdot 10^{-5}$ °С⁻¹;
 D – наружный диаметр трубопровода, мм;
 t – толщина стенки трубы, мм;
 B – коэффициент объемного сжатия воды, бар; $B = 22500$ бар;
 E – модуль упругости металла, бар; $E = 2,07 \cdot 10^6$ бар;
 Для расчетов примем: $D = 1220$ мм, $t = 20$ мм, тогда получим следующие результаты (см. табл.1).

Таблица 1

Оценка зависимости $\Delta P(\Delta T)$ согласно иранскому государственному стандарту [3]

$\Delta P(\Delta T)$		
ΔT	ΔP (бар)	ΔP (кПа)
1	2,4469	244,69
2	4,8938	489,38
3	7,3408	734,08
4	9,7877	978,77
5	12,2346	1223,46

Полученные по данной методике значения близки к значениям, рассчитанным по отечественной методике.

Таким образом, анализируя результаты, полученные по обеим методикам, можно сделать вывод о том, что давление в испытуемом участке трубопровода будет значительно изменяться вследствие изменения температуры испытательной жидкости.

Рассмотрим изменение объема испытательной жидкости в выше рассмотренном процессе. Вследствие повышения температуры объем воды увеличивается в результате теплового расширения. Эффект от этого процесса равнозначен закачке дополнительного объема воды в испытуемый участок трубопровода [4], что приводит к повышению давления. В [3] приводится методика расчета приращения объема трубопровода в зависимости от приращения давления:

$$\frac{\Delta V}{\Delta P} = V \left[\frac{D}{E \cdot t} (1 - \nu^2) + \frac{1}{B} \right] \frac{\Delta V}{\Delta P} = V \left[\frac{D}{E \cdot t} (1 - \nu^2) + \frac{1}{B} \right], \quad (4)$$

где ΔV – приращение объема испытательной жидкости, м³;

ΔP – приращение давления, бар;

V – объем закаченной воды в испытуемом участке трубопровода, м³;

Выразив из выражения (4) ΔP и подставив в (3), получим выражение для определения изменения объема испытательной жидкости при изменении температуры на 1 °С:

$$\Delta V = V[\gamma - 3(1 + \nu)\alpha] \Delta T = V[\gamma - 3(1 + \nu)\alpha] \Delta T, \quad (5)$$

Стабилизировать испытательное давление возможно путем дополнительной откачки/закачки объема воды, полученного на основании выражения (5) опрессовочными агрегатами, но их использование приведет к значительным энергетическим и трудовым затратам.

Другим вариантом решения проблемы стабилизации испытательного давления является создание технологической установки, которая бы автоматически на основании полученных данных об изменении температуры и соответствующем изменении объема компенсировала это изменение объема, тем самым достигая стабилизации давления.

Литература

1. ВСН 011-88 Строительство промысловых и магистральных трубопроводов. Очистка полости и испытание.
2. РД 23040.00 – КТН – 021 – 14 Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Испытания линейной части трубопроводов.
3. Iranian Petroleum Standards (IPS). Transportation pipeline pressure testing, 1st ed. Report no. IPS-C-PI-370(2). Ahwaz, Iran: National Iranian Oil Company; January 2010
4. Gray J.C. How temperature affects pipeline hydrostatic testing. Pipeline and Gas Journal August 1976; (203); Pp.26–30
5. ВН 39-1.9-004-98 Инструкция по проведению гидравлических испытаний трубопроводов повышенным давлением (метод стресс-теста).

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЛЕСНЫХ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ ВБЛИЗИ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

С.С. Кралинова

Научный руководитель – к.ф.-м.н., ст. преподаватель А.О. Жданова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Введение. Большинство нефте- и газопроводов Западной Сибири располагаются в лесных районах. Известно, что объекты по добыче нефти и газа относятся к объектам повышенной пожаро- и взрывоопасности [5]. На сегодняшний день охрана бореальной зоны от пожаров является актуальной во всем мире [1].

Выяснено, что важной составляющей при распространении стихийных пожаров являются не только физические аспекты процесса горения, но и химия стадий деструкции ЛГМ, а также кинетика пиролиза горючего материала [3, 4]. При этом опубликовано недостаточно данных по влиянию теплофизических свойств ЛГМ на процесс прекращения его термического разложения. Цель работы – изучение влияния теплофизических свойств ЛГМ на характеристики подавления их пламенного горения и термического разложения.

Материалы и методы исследований. В качестве ЛГМ был рассмотрен неживой компонент наиболее пожароопасных регионов России – Дальневосточного, Центрального и Сибирского Федеральных округов [2].

Для измельчения ЛГМ использовали быстроходную роторную мельницу Pulverisette (размер частиц составил около 200 мкм). Сделанные таким образом порошки исследуемых материалов при помощи гидравлического пресса спрессовывались в образцы цилиндрической формы. Для измерения теплофизических характеристик ЛГМ (коэффициент теплопроводности, удельная теплоемкость, Дж/(кг·К), коэффициент температуропроводности, см²/с) использовалась система DLF-1200 TA Instruments (рис. 1), принцип действия которой основан на оценке скорости распространения импульса тепла в толще образца.



Рис. 1. Схема установки для определения теплофизических характеристик веществ